

Ю. Н. КНИПОВИЧ, А. И. КОМКОВ, Е. И. НЕФЕДОВ

О СТЕПАНОВИТЕ И НОВОМ МИНЕРАЛЕ
ЖЕМЧУЖНИКОВИТЕ

В статье приводится подробная характеристика двух новых минералов типа оксалатов — степановита и жемчужниковита. О степановите ранее были опубликованы краткие сведения, жемчужниковит описывается впервые.

Степановит впервые был обнаружен в 1942 г. геологом П. И. Глушинским на Тыллахском месторождении бурого угля, расположенном в устье р. Лены. Там же в 1949 г. были сделаны новые находки этого минерала, переданные для изучения Е. И. Нефедову. Краткое сообщение о степановите состоялось в мае 1953 г. на Федоровской сессии в Ленинграде (Мокиевский, 1953).

В 1956 г. П. И. Глушинским был найден сходный минерал в каменном угле месторождения Чайтумусского, находящегося в 200 км от предыдущего вверх по р. Лене. Исследования показали, что этот минерал, близкий по составу и свойствам к степановиту, является новым минеральным видом, получившим название жемчужниковит.

Оба минерала образуют тонкие мономинеральные жилки в буром угле, насыщенном естественной уксусной кислотой. Встречены они при проходке горных выработок и в керне буровых скважин, до глубины 230 м, в зоне вечной мерзлоты. В том же угле обнаружены кальцит, доломит, узеллит, узвеллит и другие неизвестные оксалаты и ацетаты, краткие сведения о которых опубликованы в 1960 г. (Жемчужников и Гинзбург, 1960).

В табл. 1 приводятся свойства степановита и жемчужниковита.

Химические анализы минералов произведены Ю. Н. Книпович; результаты их представлены в табл. 2.

Расчет результата анализа степановита приводит к формуле $\text{NaMg}[\text{Fe}^{III}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 8-9\text{H}_2\text{O}$ при очень хорошем совпадении молекулярных отношений.

Анализ жемчужниковита рассчитывается на формулу $\text{NaMg}[(\text{Al}, \text{Fe}^{III})(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 8-9\text{H}_2\text{O}$. Небольшие отклонения в кратных отношениях компонентов этого минерала от целых чисел, вероятно, обязаны примесям или, возможно, неравномерной адсорбции компонентов минерала углем, найденным в нерастворимом остатке пробы.

Присутствие железа в степановите и железа и алюминия в жемчужниковите в виде составной части комплексных анионов $[\text{Fe}^{III}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{-3}$ и $[(\text{Fe}, \text{Al})(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{-3}$ подтверждается экспериментально. При прохождении водного раствора через колонку с катионитом КУ-2, в Н-форме магний и натрий адсорбируются ионообменной смолой, тогда как железо и алюминий вместе с щавелевой кислотой остаются в растворе.

Таблица I

Свойства степановита и жемчужниковита

Свойства	Степановит	Жемчужниковит
Состав	$\text{NaMg} [\text{Fe}^{III}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 8-9\text{H}_2\text{O}$	$\text{NaMg} [\text{Al}, \text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 8-9\text{H}_2\text{O}$
Сингония	Тригональная	Тригональная
Наблюдавшиеся формы	$c - (001) \dots \varphi \dots \rho \dots 0^\circ 00'$ $a - (11\bar{2}0) 0^\circ 00' 90^\circ 00'$ $\delta (011\bar{2}) - 30^\circ 00' 47^\circ 16'$ $q (1014) 30^\circ 00' 65^\circ 16'$ $z (514\bar{2}) 79^\circ 23' 84^\circ 06'$ (см. фиг. 1)	$c - (0001) \dots \varphi \dots \rho \dots 0^\circ 00'$ $a - (11\bar{2}0) 0^\circ 00' 90^\circ 00'$ $e (2241) 0^\circ 00' 55^\circ 52'$ (см. фиг. 3)
Параметры эл. ячейки	$a_0 = 9,28 \pm 0,03 \text{ \AA}$; $c_0 = 36,67 \pm 0,05 \text{ \AA}$	$a_0 = 16,67 \pm 0,05 \text{ \AA}$; $c_0 = 12,51 \pm 0,03 \text{ \AA}$
$a : c$ рентг.	1: 3,73	1: 0,75
$a : c$ морфологич.	1: 3,761	1: 0,739
Объем эл. ячейки	3070 \AA^3	3001 \AA^3
Количество молекулярных единиц в элемент. ячейке	6	6
Агрегаты	Жилки зернистого строения	Жилки поперечноволокнутого строения
Облик естественных индивидов	Ксеноморфные зерна	Игольчатый до волокнутого
Облик искусственных кристаллов	Ромбоэдрический, а также гексагонально - призматический	Гексагонально - призматический
Двойники (искусствен. кристаллы)	По {0001} (см. фиг. 2)	Не наблюдалось
Спайность	Не обнаружена	Средняя по {0001}
Излом	Неровный	Неровный
Твердость	2	2
Уд. вес (наблюденный)	1,69	1,62
Уд. вес (вычисленный)	1,69	1,66
Блеск	Стеклянный	Стеклянный
Цвет натуральных агрегатов	Зеленый	Дымчато-зеленый
Цвет искусственных кристаллов	Желтовато-зеленый	Зеленый при дневном свете, аметистово-фиолетовый при электрическом освещении
Плеохроизм (в обломках толщиной 1 мм и более)	N_0 — желтовато-зеленоватый N_e — бесцветный	N_0 — зеленовато-желтый N_e — красновато-фиолетовый
Показатели преломления (с точностью $\pm 0,002$)	$N_0 = 1,515$ $N_e = 1,417$	$N_0 = 1,479$ $N_e = 1,408$
Двупреломление	0,098	0,071
Растворимость	Легко и в большом количестве растворяется в воде. Растворимость резко увеличивается с повышением температуры. Цвет насыщенного раствора зеленый. Перекристаллизуется из водного раствора	То же, что и степановит

Свойства	Степановит	Жемчужниковит
pH водного раствора	5,22	5,51
Потеря воды	Около половины воды выделяется при 80—85°C. Полностью обезвоживается до 130°C	То же, что и степановит
Испытание в закрытой трубке	При нагревании растворяется в кристаллизационной воде, выделяет много воды, затем чернеет и при сильном охлаждении превращается в неплавкое, желто-бурое вещество	То же, что и степановит. Конечный продукт несколько светлее

Таблица 2

Результаты химического анализа степановита и жемчужниковита

Компоненты	Степановит			Жемчужниковит				
	вес. %	молек. к-ва	молек. отношения	вес. %	вес. % в пересчете на растворимую часть	молек. к-ва		молек. отношения
Na	4,48	0,1948	1,01	4,22	4,27	0,1857	0,1897	0,96
K	нет	—	—	0,10	0,10	0,0040		
Mg	4,68	0,1924	0,99	5,17	5,23	0,2150	0,2160	1,09
Mn	—	—	—	0,05	0,05	0,0010		
Fe ^{II}	нет	—	—	—	—	—	—	—
Al	нет	—	—	3,25	3,29	0,1218	0,1971	1,00
Fe ^{III}	10,78	0,1934	1,00	4,16	4,19	0,0753		
C ₂ O ₄	50,36	0,5722	2,96	52,40	53,10	0,6033	0,6033	3,06
H ₂ O	29,73	1,6500	8,53	29,09	29,42	1,6320	1,6320	8,28
Нераствор. остаток (уголь)	нет	—	—	1,13	—	—	—	—
Сумма	100,03	—	—	99,57	99,65	—	—	—

Таким образом, степановит является двойной натриево-магниевой солью комплексной железо-щавелевой кислоты. Основное отличие жемчужниковита от степановита, в химическом отношении, заключается в замене железа алюминием в большей части анионов, что привело к образованию структуры, отличной от структуры степановита.

Рентгеновские исследования степановита и жемчужниковита произведены А. И. Комковым методами Лауэ и вращения в камере типа КРОН-1.

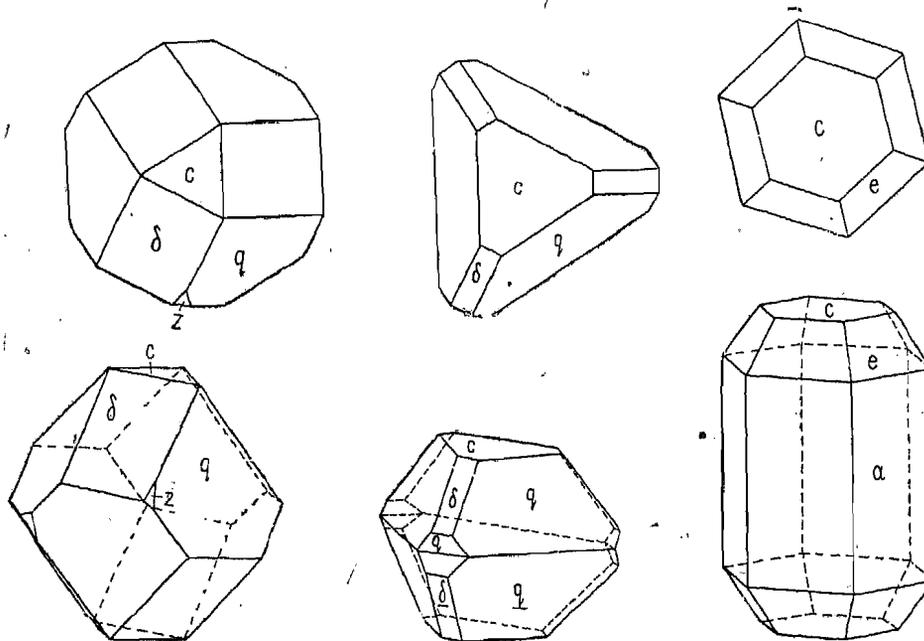
Изучение методом Лауэ показало, что оба минерала относятся к тригональной сингонии. Однако узоры пятен лауэграмм степановита и жемчужниковита, снятых при совмещении направлений [0001] с первичным пучком, оказались совершенно различными. Параметры элементарных ячеек степановита и жемчужниковита также оказались различными. Рентгенограммы вращения, снятые при совмещении направлений

[0001] и [1010] кристаллов* с осью вращения, позволили установить, что степановит имеет гексагональную элементарную ячейку с параметрами: $a_0 = 9,28 \pm 0,03 \text{ \AA}$; $c_0 = 36,67 \pm 0,05 \text{ \AA}$, а жемчужниковит, имеющий также гексагональную ячейку, $a_0 = 16,67 \pm 0,05 \text{ \AA}$ и $c_0 = 12,51 \pm 0,03 \text{ \AA}$.

Таким образом, рентгенографическое исследование минералов показывает, что они структурно различны и могут рассматриваться как различные минеральные виды.

Гониометрическое изучение производилось на искусственных кристаллах степановита и жемчужниковита, полученных из водного раствора, при очень медленной кристаллизации, под слоем керосина.

На кристаллах степановита главными формами являются ромбоэдри $\delta[01\bar{1}2]$ и $q[10\bar{1}4]$. Нередко наблюдается базопинакоид $c[0001]$ (фиг. 1).



Фиг. 1. Кристалл степановита.

Фиг. 2. Двойник степановита.

Фиг. 3. Кристалл жемчужниковита.

На одном кристалле были встречены мелкие грани, притупляющие ребра граней ромбоэдров, две из которых соответствовали ромбоэдру $z[5\bar{1}42]$. Однако не исключена возможность, что эти грани представляют собой недоразвитый скаленоэдр или даже трапецоэдр при возможном двойниковании по [0001].

Кристаллы жемчужниковита бедны гранями. Они образованы гексагональной призмой $a[1\bar{1}20]$, гексагональной дипирамидой $e[22\bar{4}1]$ и базопинакоидом $c[0001]$. Других граней на них не наблюдалось.

Таким образом, гониометрическое изучение кристаллов степановита и жемчужниковита не позволило уверенно определить вид симметрии этих минералов.

Фигуры травления на базопинакоиде кристаллов степановита имеют вид треугольных пирамид, иногда с горизонтальной штриховкой. Ориентировка их по отношению к ребрам базопинакоида согласная или почти

* За направления [1010] выбраны направления в плоскости (0001) с наименьшим периодом идентичности.

согласная. Фигуры травления на гранях ромбоэдров имеют форму неправильных многоугольников, как бы имеющих вертикальную плоскость симметрии.

Фигуры травления на кристаллах жемчужниковита на базопинакоиде представлены шестиугольными углублениями, повернутыми относительно граней призмы $e[11\bar{2}0]$ на 30° . На гранях этой призмы они имеют вид прямоугольных углублений, несколько вытянутых вдоль главной оси.

Как можно видеть, фигуры травления кристаллов степановита и жемчужниковита имеют различный характер. Однако наблюдаемые фигуры травления не позволили уточнить кристаллографические данные и определить вид симметрии этих минералов.

Минералы названы в память известных русских геологов-угольщиков, академика Павла Ивановича Степанова (1880—1947) и члена-корреспондента АН СССР Юрия Аполлоновича Жемчужникова (1885—1957).

ЛИТЕРАТУРА

Мокиевский В. А. Хроника Федоровской сессии. Зап. Минер. о-ва, ч. 82, № 4, 1953, стр. 311.

Жемчужников Ю. А. и Гинзбург А. И. Основы петрологии углей. Изд-во АН СССР, М., 1960, стр. 94.